



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 42 03 967 A 1

(51) Int. Cl. 5:

G 01 F 23/22

B 06 B 1/02

DE 42 03 967 A 1

- (21) Aktenzeichen: P 42 03 967.3  
 (22) Anmeldetag: 11. 2. 92  
 (43) Offenlegungstag: 12. 8. 93

## (71) Anmelder:

Endress u. Hauser GmbH u. Co, 7864 Maulburg, DE

## (74) Vertreter:

Prinz, E., Dipl.-Ing.; Leiser, G., Dipl.-Ing.;  
 Schepfinger, K., Dipl.-Ing.; Bunke, H., Dipl.-Chem.  
 Dr.rer.nat.; Degwert, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte,  
 8000 München

## (72) Erfinder:

Dreyer, Volker, 7850 Lörrach, DE; Pfändler, Martin,  
 7864 Maulburg, DE; Schrock, Arthur, 7853 Steinen,  
 DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## (54) Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstands in einem Behälter

(57) Die Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstands in einem Behälter enthält ein mechanisches Schwingungssystem, das wenigstens ein Sensorglied aufweist, das mit dem Füllgut im Behälter in Berührung steht, wenn der vorbestimmte Füllstand überschritten ist. Die Schwingungserregung erfolgt durch eine Erregungsanordnung mit einem Erregungswandler und einem Empfangswandler, die mit einem Verstärker in einem Rückkopplungskreis liegen, so daß das Schwingungssystem zu Schwingungen mit seiner Eigenresonanzfrequenz erregt wird. Wenn die Sensorglieder von dem Füllgut bedeckt sind, ist die Eigenresonanzfrequenz niedriger als wenn die Sensorglieder in Luft schwingen. Eine an den Ausgang der Verstärkerschaltung angeschlossene Auswerteschaltung gibt ein Ausgangssignal ab, das den einen oder den anderen von zwei Zuständen in Abhängigkeit davon annimmt, ob die Frequenz des Ausgangssignals dem bedeckten oder dem unbedeckten Zustand der Sensorglieder entspricht. Das Ausgangssignal der Auswerteschaltung steuert eine Spannungsabsenkungsschaltung derart, daß sie die von der Verstärkerschaltung an den Erregungswandler angelegte Wechselspannung herabsetzt, wenn das Ausgangssignal der Auswerteschaltung dem unbedeckten Zustand der Sensorglieder entspricht. Dadurch wird der vom Schwingungssystem erzeugte Lärmpegel verringert, wenn die Sensorglieder in Luft schwingen, während im bedeckten Zustand der Sensorglieder die Schwingungserzeugung mit größerer ...

DE 42 03 967 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstands in einem Behälter, mit einem mechanischen Schwingungssystem, das wenigstens ein Sensorglied aufweist, das mit dem Füllgut im Behälter in Berührung steht, wenn der vorbestimmte Füllstand überschritten ist, einer Erregungsanordnung, die das Schwingungssystem in mechanische Schwingungen versetzt und einen von einer Wechselspannung erregbaren Erregungswandler enthält, einem Empfangswandler, der die Schwingungen des mechanischen Schwingungssystems in ein elektrisches Ausgangssignal umwandelt, wobei der Empfangswandler mit dem Eingang einer Verstärkerschaltung verbunden ist, an deren Ausgang der Erregungswandler angeschlossen ist, so daß das mechanische Schwingungssystem zu Schwingungen mit seiner Eigenresonanzfrequenz erregt wird, und mit einer Auswerteschaltung, die an den Ausgang der Verstärkerschaltung angeschlossen und so ausgebildet ist, daß ihr Ausgangssignal den einen oder den anderen von zwei Zuständen in Abhängigkeit davon annimmt, ob die Frequenz des Ausgangssignals der Verstärkerschaltung eine eingestellte Referenzfrequenz überschreitet oder unterschreitet.

Bei einer aus der DE-PS 33 48 119 bekannten Vorrichtung dieser Art weist das mechanische Schwingungssystem zwei parallele Schwingstäbe auf, die am einen Ende an einer gemeinsamen Membran befestigt sind und durch die Erregungsanordnung in gegensinnige Schwingungen quer zu ihrer Längsrichtung versetzt werden. Die Schwingstäbe bilden die Sensorglieder, die von dem Füllgut bedeckt sind, wenn der vorbestimmte Füllstand überschritten ist, während sie in Luft schwingen, wenn das Füllgut den vorbestimmten Füllstand nicht erreicht. Das Signal-Rausch-Verhältnis, mit dem die beiden zu detektierenden Zustände des Schwingungssystems von Störeinflüssen unterschieden werden können, ist um so besser, je größer die Erregungsleistung ist, mit der das Schwingungssystem in mechanische Schwingungen versetzt wird. Der Erregungsleistung sind jedoch Grenzen gesetzt, denn die Frequenz der mechanischen Schwingungen liegt im Bereich der hörbaren Tonfrequenzen, so daß die Schwingstäbe im unbedeckten Zustand bei großer Erregungsleistung einen zu hohen Lärmpegel erzeugen. Das gleiche Problem besteht auch bei Vorrichtungen mit mechanischen Schwingungssystemen, deren Sensorglieder in anderer Weise ausgebildet sind, beispielsweise bei Schwingungssystemen, die nur einen einzigen Schwingstab als Sensorglied aufweisen.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Vorrichtung der eingangs angegebenen Art, die bei gutem Signal-Rausch-Verhältnis einen verringerten Lärmpegel aufweist.

Zur Lösung dieser Aufgabe enthält die Vorrichtung nach der Erfindung eine vom Ausgangssignal der Auswerteschaltung gesteuerte Spannungsabsenkungsschaltung, die die von der Verstärkerschaltung an den Erregungswandler angelegte Wechselspannung herabsetzt, wenn das Ausgangssignal der Auswerteschaltung den Zustand hat, der dem Überschreiten der eingestellten Referenzfrequenz entspricht.

Bei der Vorrichtung nach der Erfindung wird die Erregungsleistung, mit der die Schwingungen des mechanischen Schwingungssystems erzeugt werden, in Abhängigkeit von dem Zustand des Ausgangssignals der

Auswerteschaltung verändert. Im bedeckten Zustand der Sensorglieder erfolgt die Schwingungserzeugung mit größerer Erregungsleistung, so daß das Signal-Rausch-Verhältnis entsprechend groß ist. Wenn dagegen die Sensorglieder in Luft schwingen, wird die Erregungsleistung mit Hilfe der Spannungsabsenkungsschaltung verringert, wodurch der vom Schwingungssystem erzeugte Lärmpegel reduziert wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das in der Zeichnung dargestellt ist. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstands in einem Behälter, bei der die Erfindung anwendbar ist, wobei die Vorrichtung im nicht eingebauten Zustand dargestellt ist,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch das Einschraubstück mit den Schwingstäben und der Wandleranordnung,

Fig. 3 das Blockschaltbild der elektronischen Schaltung der Vorrichtung und

Fig. 4 das Blockschaltbild einer Ausführungsform der Frequenzauswerteschaltung.

Die in Fig. 1 in perspektivischer Darstellung und in Fig. 2 im Schnitt dargestellte Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstands besteht aus den folgenden Hauptbestandteilen:

- einem Einschraubstück 10;
- einem mechanischen Schwingungssystem 20;
- einem Elektronikkopf 30;
- einer Wandleranordnung 40.

Das Einschraubstück 10 dient zur Befestigung der Vorrichtung in der Wand des Behälters, dessen Füllstand mit der Vorrichtung überwacht werden soll. Es hat einen Gewindeabschnitt 11, der in die mit einem entsprechenden Innengewinde versehene Öffnung der Behälterwand eingeschraubt wird, und einen Sechskantkopf 12, der zum Ansetzen eines Schraubenschlüssels dient, mit dem das Einschraubstück 10 unter Einfügung eines Dichtungsringes 13 gegen die Behälterwand festgezogen werden kann. Üblicherweise erfolgt der Einbau der Vorrichtung in horizontaler Lage an einer vertikalen Behälterwand auf der Höhe des zu überwachenden Füllstands, doch ist die Einbaulage der Vorrichtung beliebig; sie kann beispielsweise auch in vertikaler Lage an der Oberseite eines Behälters montiert werden, wenn der zu erfassende Füllstand der vollständigen Füllung des Behälters entspricht. Der Innenraum 14 des Einschraubstücks 10 ist hohl und dient zur Aufnahme der Wandleranordnung 40.

Das mechanische Schwingungssystem 20 wird vom dem Einschraubstück 10 auf der dem Behälterinneren zugewandten Seite getragen. Es besteht aus einer Membran 21, die das dem Behälterinneren zugewandte Ende des Einschraubstücks 10 verschließt und deren Rand fest mit dem Einschraubstück verbunden ist, und zwei Schwingstäben 22, 23, die am einen Ende im Abstand nebeneinander fest mit der Membran 21 verbunden sind, während ihre freien Enden in den Behälter ragen.

Jeder Schwingstab ist mit einer Kröpfung 24 bzw. 25 versehen, so daß die im wesentlichen parallel nebeneinanderliegenden Hauptteile der Schwingstäbe einen größeren Abstand voneinander haben als die mit der Mem-

bran 21 verbundenen Enden. Am freien Ende jedes Schwingstabs 22, 23 ist ein Paddel 26 senkrecht zu der die Achsen der Schwingstäbe enthaltenden Ebene angebracht.

Der Elektronikkopf 30 ist an dem dem Schwingungssystem 20 entgegengesetzten Ende des Einschraubstücks 10 angebracht, so daß er im Einbauzustand außerhalb des Behälters liegt. Er enthält die elektronische Schaltung der Vorrichtung, die von einem Gehäuse 31 umschlossen ist. Eine Kabdeldurchführung 32 ermöglicht die Durchführung des für die Stromversorgung und Signalübertragung erforderlichen Kabels. Ein inneres Verbindungskabel 33 verbindet die im Gehäuse 31 untergebrachte elektronische Schaltung mit der im hohen Innenraum 14 des Einschraubstücks 10 untergebrachten Wandleranordnung 40.

Wie Fig. 2 zeigt, enthält die Wandleranordnung 40 eine Wandlersäule 41, die zwischen der Membran 21 und einer durch stabförmige Stützen 42, 43 im Abstand von der Membran 21 gehaltenen Brücke 44 eingespannt ist. Eine in die Brücke 44 eingeschraubte Einstellschraube 45 liegt mit ihrem ballig ausgebildeten Ende oder über ein balliges Zwischenstück an der der Brücke 44 zugewandten Stirnfläche der Wandlersäule 41 an, wodurch die mechanische Vorspannung der Membran 21 einstellbar ist, mit der die Wandlersäule 41 zwischen der Membran 21 und der Brücke 44 eingespannt ist.

Das der Brücke 44 entgegengesetzte Ende der stabförmigen Stütze 42 ist etwa in der Mitte des mit dem Schwingstab 22 verbundenen Flächenbereichs der Membran 21 starr mit dem Schwingstab 22 verbunden. In gleicher Weise ist die stabförmige Stütze 43 etwa in der Mitte des mit dem Schwingstab 23 verbundenen Flächenbereichs der Membran 21 starr mit dem Schwingstab verbunden. Die beiden stabförmigen Stützen 42 und 43 sind biegeelastisch ausgebildet, so daß sie sich quer zu ihrer Längsrichtung elastisch durchbiegen können.

Die Wandlersäule 41 enthält einen piezoelektrischen Erregungswandler 65 und einen piezoelektrischen Empfangswandler 66. Wie Fig. 3 zeigt, besteht der Empfangswandler 66 aus einem piezoelektrischen Element 55, das zwischen zwei Elektroden 54 und 56 eingefügt ist, und der Erregungswandler 65 enthält zwei piezoelektrische Elemente 59, 61 und drei Elektroden 58, 60, 62, wobei das piezoelektrische Element 59 zwischen den Elektroden 58 und 60 und das piezoelektrische Element 61 zwischen den Elektroden 60 und 62 eingefügt ist. Die piezoelektrischen Elemente 55, 59, 61 sind mit den Elektroden 54, 56, 58, 60, 62 in der Wandlersäule 41 in einem Stapel angeordnet, der außerdem noch Isolierscheiben zur erforderlichen Isolation der Elektroden enthält.

Fig. 3 zeigt ferner das Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der im Elektronikkopf 30 angeordneten elektronischen Schaltung. Die Elektroden 54, 56 des Empfangswandlers 66 sind mit den beiden Eingangsklemmen eines Verstärkers 70 verbunden. An den Ausgang des Verstärkers 70 ist ein Tiefpaß 71 angeschlossen, dessen Durchlaßbereich dem Bereich der Grundfrequenzen der Schwingungen des mechanischen Schwingungssystems entspricht, während er Harmonische dieser Grundfrequenzen sperrt. Der Tiefpaß 71 stellt sicher, daß sich das Schwingungssystem nur auf einer Grundfrequenz erregen kann, und verhindert eine Selbsterregung auf einer Harmonischen.

Der Ausgang des Tiefpasses 71 ist mit dem Eingang eines Leistungsverstärkers 72 verbunden, dessen Ausgang mit der Elektrode 60 des Erregungswandlers 65

über eine Spannungsabsenkungsschaltung 67 verbunden ist. Der Leistungsverstärker 72 liefert zum Erregungswandler 65 eine Wechselspannung, die die gleiche Frequenz wie das Ausgangssignal des Empfangswandlers 66 hat. Die beiden Elektroden 58 und 62 sind mit Masse verbunden. Die piezoelektrischen Elemente 59 und 61 sind daher elektrisch parallel und mechanisch in Serie geschaltet. Infolge der angelegten Wechselspannung erfährt jedes der piezoelektrischen Elemente 59 und 61 eine Verformung (Dickenänderung) in der Achsrichtung der Wandlersäule 41, die der angelegten Spannung proportional ist. Die mechanischen Verformungen der piezoelektrischen Elemente 59 und 61 addieren sich, so daß für eine gegebene Größe der angelegten Wechselspannung eine Verdoppelung der Längenänderung der Wandlersäule 41 erzielt wird. Die Längenänderungen der Wandlersäule 41 wirken auf die Membran 21 ein, die ihrerseits die Schwingstäbe 22, 23 in Schwingungen quer zu ihrer Längsrichtung versetzt. Die mechanischen Schwingungen des Schwingungssystems 20 werden durch den Empfangswandler 66 in ein elektrisches Ausgangssignal umgewandelt, das dem Eingang des Verstärkers 70 zugeführt wird. Somit erregt sich das Schwingungssystem mit der Eigenresonanzfrequenz des mechanischen Schwingungssystems.

Das als Rückholfeder dienende Federsystem des mechanischen Schwingungssystems ist durch die Membran 21 in Verbindung mit den biegeelastischen stabförmigen Stützen 42 und 43 gebildet. Die Masse des mechanischen Schwingungssystems besteht einerseits aus der Masse der Schwingstäbe 22 und 23 und andererseits aus der von den Schwingstäben bei der Schwingbewegung mitgenommenen Masse des umgebenden Mediums. Diese mitgenommene Masse wird durch die quer zu der Schwingungsrichtung angeordneten Paddel 26 vergrößert. Die Eigenresonanzfrequenz des mechanischen Schwingungssystems hängt einerseits von der Federkonstante des Federsystems ab, die als konstant angenommen werden kann, und andererseits von der Gesamtmasse, die in Abhängigkeit von der mitgeführten Masse veränderlich ist. Wenn sich die Schwingstäbe 22, 23 mit ihren Paddeln in Luft befinden, ist die mitgeführte Masse der Luft vernachlässigbar, und es stellt sich eine Eigenresonanzfrequenz ein, die im wesentlichen durch die Masse der Schwingstäbe bestimmt ist. Wenn dagegen die Schwingstäbe mit ihren Paddeln in ein Füllgut eintauchen, ändert sich die mitgeführte Masse und damit die Eigenresonanzfrequenz des mechanischen Schwingungssystems. Die dargestellte Form der Paddel ergibt unter Berücksichtigung der durch das Einschraubloch vorgegebenen Beschränkung der Breite die optimale Wirkung. Die Schwingstäbe 22, 23 mit ihren Paddeln 26 bilden somit die Sensorglieder des Schwingungssystems.

An den Ausgang des Leistungsverstärkers 72 ist der Eingang einer Frequenzauswerteschaltung 73 angeschlossen, die feststellt, ob die Frequenz der Ausgangswechselspannung des Leistungsverstärkers 72 über oder unter einer einstellbaren Referenzfrequenz liegt. Das Ausgangssignal der Frequenzauswerteschaltung 73 nimmt den einen oder den anderen von zwei Werten an, je nachdem, ob die Ausgangsfrequenz des Leistungsverstärkers 72 über oder unter der eingestellten Referenzfrequenz liegt. Dadurch wird angezeigt, ob die Schwingstäbe in Luft oder in dem Füllgut schwingen.

Der Ausgang der Frequenzauswerteschaltung 73 ist mit dem Eingang einer Minimum-Maximum-Umschaltanordnung 74 verbunden, die entweder auf Minimum-

Überwachung oder auf Maximum-Überwachung umschaltbar ist. Je nachdem, ob das Schwingstabsystem zur Überwachung des minimalen oder des maximalen Füllstands in einem Behälter verwendet wird, bestehen nämlich unterschiedliche Bedingungen. Bei der Überwachung des maximalen Füllstands schwingt das Schwingstabsystem normalerweise in Luft, und der kritische Zustand wird erreicht, wenn das Schwingstabsystem vom Füllgut bedeckt wird. In diesem Fall muß daher ein Schaltvorgang oder eine Anzeige ausgelöst werden, wenn die Schwingungsfrequenz unter die eingestellte Referenzfrequenz fällt. Bei der Minimum-Überwachung schwingt das Schwingstabsystem normalerweise im Füllgut, und der kritische Zustand tritt ein, wenn die Schwingstäbe nicht mehr vom Füllgut bedeckt sind und in Luft schwingen. In diesem Fall muß daher ein Schaltvorgang oder eine Anzeige ausgelöst werden, wenn die Schwingungsfrequenz die eingestellte Referenzfrequenz übersteigt. Die Minimum-Maximum-Umschaltanordnung 74 ist so aufgebaut, daß sie je nach ihrer Einstellung im einen oder im anderen Fall ein Ausgangssignal abgibt.

Das Ausgangssignal der Minimum-Maximum-Umschaltanordnung 74 wird nach Verstärkung und Stabilisierung in einer Endstufe 76 einem Verbraucher 77 zugeführt, beispielsweise einem Relais oder einer Anzeigevorrichtung.

Die Spannungsabsenkungsschaltung 67 enthält eine Zenerdiode 68, die zwischen die Elektrode 60 und den Ausgang des Verstärkers 72 eingefügt ist, und einen Schalter 69, der parallel zur Zenerdiode 68 geschaltet ist, so daß er die Zenerdiode 68 kurzschließt, wenn er geschlossen ist. Der Schalter 69 ist schematisch als mechanischer Kontakt dargestellt, ist aber vorzugsweise ein elektronischer Schalter, beispielsweise ein Feldefekttransistor. Er wird durch das Ausgangssignal der Frequenzauswerteschaltung 73 so betätigt, daß er offen ist, wenn dieses Ausgangssignal anzeigt, daß die Ausgangsfrequenz des Leistungsverstärkers 72 über der eingestellten Referenzfrequenz liegt, also wenn die Schwingstäbe 22, 23 in Luft schwingen. In diesem Zustand wird somit die vom Leistungsverstärker 72 an den Erregungswandler 65 angelegte Wechselspannung um den Spannungsabfall an der Zenerdiode 68 verringert. Dementsprechend wird das mechanische Schwingungssystem 20 mit verringriger Leistung erregt, wodurch insbesondere der Schallpegel des vom Schwingungssystem erzeugten Lärms herabgesetzt wird. Wenn dagegen das Ausgangssignal der Frequenzauswerteschaltung 73 den Wert annimmt, der anzeigt, daß die Ausgangsfrequenz des Leistungsverstärkers 72 unter der eingestellten Referenzfrequenz liegt, also die Schwingstäbe 22, 23 im Füllgut schwingen, wird der Schalter 69 geschlossen, so daß die Zenerdiode 68 überbrückt wird und die volle Ausgangswechselspannung des Leistungsverstärkers 72 an den Erregungswandler 65 angelegt wird. Das Schwingungssystem wird dann mit der vollen Leistung erregt, so daß trotz der durch das Füllgut bewirkten Dämpfung eine ausreichende Empfindlichkeit zur Verfügung steht und das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert wird.

In Fig. 4 ist das Blockschaltbild einer Ausführungsform der Frequenzauswerteschaltung 73 in näheren Einzelheiten dargestellt.

Die vom Ausgang des Leistungsverstärkers 72 kommende, gegebenenfalls bereits nahezu rechteckförmige Wechselspannung wird einem Impulsformer 80 zugeführt, an dessen Ausgang ein Frequenzteiler 81 mit dem

Teilverhältnis 1 : 2 angeschlossen ist. Am Ausgang des Frequenzteilers 81 besteht somit ein sauberes Rechtecksignal mit dem Tastverhältnis 1 : 2, dessen Frequenz gleich der Hälfte der Schwingungsfrequenz des Schwingungssystems ist. Dieses Rechtecksignal wird dem Auslöseeingang eines wiedertriggerbaren Monoflops 82 zugeführt, dessen Haltezeit einstellbar ist, wie symbolisch durch einen Einstellwiderstand 83 angedeutet ist. Durch die Einstellung der Haltezeit des Monoflops 82 wird die Referenzfrequenz definiert.

Der Ausgang des wiedertriggerbaren Monoflops 82 ist mit dem D-Eingang eines D-Flipflops 84 verbunden, das an seinem Takteingang CL die Rechteckimpulse vom Ausgang des Frequenzteilers 81 empfängt. Bekanntlich übernimmt ein D-Flipflop bei einer bestimmten Impulsflanke jedes an den Takteingang CL angelegten Taktimpulses den im gleichen Zeitpunkt am D-Eingang anliegenden Signalwert.

Das D-Flipflop 84 bildet daher eine Zeitvergleichsschaltung, die feststellt, ob die Folgeperiode der vom Frequenzteiler 81 abgegebenen Rechteckimpulse über oder unter einem Wert liegt, der durch die im Monoflop 82 eingestellte Haltezeit bestimmt ist. Wenn nämlich diese Folgeperiode kürzer als die eingestellte Haltezeit ist, wird das Monoflop durch jeden vom Frequenzteiler 81 abgegebenen Rechteckimpuls neu getriggert, bevor es in den Ruhezustand zurückgekehrt ist. Das Ausgangssignal des Monoflops 82 bleibt dann dauernd auf dem Signalwert "1". In diesem Fall liegt bei jedem dem Takteingang CL des D-Flipflops zugeführten Taktimpuls am D-Eingang der Signalwert "1" an, so daß das Flipflop 84 stets im Arbeitszustand (oder Zustand "1") bleibt, in welchem am Ausgang Q der Signalwert "0" besteht.

Wenn dagegen die Folgeperiode der vom Frequenzteiler 81 abgegebenen Rechteckimpulse länger ist als die Haltezeit des wiedertriggerbaren Monoflops 82, kehrt das Monoflop vor dem Eintreffen des nächsten Auslöseimpulses in den Ruhezustand zurück. Da der gleiche Ausgangsimpuls des Frequenzteilers 81 auch dem Takteingang CL des Flipflops 84 zugeführt wird, findet dieser Taktimpuls am D-Eingang den Signalwert "0" vor, so daß das Flipflop 84 in den Ruhezustand (oder Zustand "0") zurückgestellt wird. Am Ausgang Q besteht dann der Signalwert "1", der anzeigt, daß die Periode des Rechteck-Ausgangssignals des Frequenzteilers 81 größer als die im Monoflop 82 eingestellte Haltezeit ist, was gleichbedeutend damit ist, daß die Schwingungsfrequenz des Schwingstabsystems unter der eingestellten Referenzfrequenz liegt.

An den Ausgang  $\bar{Q}$  des D-Flipflops 84 ist eine Zeitverzögerungsschaltung 85 angeschlossen, die bewirkt, daß die nachgeschalteten Anordnungen nicht sofort auf das erste Ausgangssignal des D-Flipflops 84 ansprechen, sondern erst dann, wenn das Unterschreiten der eingestellten Referenzfrequenz für eine bestimmte Mindestanzahl von aufeinanderfolgenden Perioden festgestellt worden ist. Dadurch soll verhindert werden, daß durch sporadische Störungen Schaltvorgänge oder Anzeigen ausgelöst werden. Solche sporadischen Störungen werden beispielsweise durch Luft- oder Gasblasen verursacht, die sich in gasenden Flüssigkeiten kurzzeitig um die Schwingstäbe bilden, oder auch durch Luftblasen, die künstlich in den Behälter eingeblasen werden, wie es bei manchen Anwendungsfällen vorkommt.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4 ist die Ansprechverzögerungsschaltung 85 durch ein RC-Glied mit einem Widerstand 86 und einem Kondensator 87

gebildet. Wenn am Ausgang  $\bar{Q}$  eine Spannung mit dem Signalwert "1" erscheint, lädt sich der Kondensator 87 mit der Zeitkonstante des RC-Glieds auf diese Spannung auf. Ein an den Ausgang des RC-Glieds angeschlossener Trigger 88 spricht an, wenn die Ladespannung des Kondensators 87 einen vorbestimmten Ansprech-Schwellenwert erreicht, der beispielsweise 2/3  $U_B$  betragen kann ( $U_B$  = Stromversorgungsspannung), und er fällt wieder ab, wenn die Ladespannung des Kondensators 87 unter einen niedrigeren Abfall-Schwellenwert fällt, der beispielsweise 1/3  $U_B$  betragen kann. Die Zeitkonstante des RC-Glieds 85 ist so gewählt, daß der Ansprech-Schwellenwert erst dann erreicht wird, wenn die Spannung am Ausgang  $\bar{Q}$  für die Dauer mehrerer Perioden der Ausgangsspannung des Frequenzteilers 81 den Wert "1" hatte. Wenn das Flipflop 84 wieder in den Arbeitszustand geht, bevor die Ladespannung am Kondensator 87 den Ansprech-Schwellenwert erreicht hat, geht die Spannung am Ausgang  $\bar{Q}$  wieder auf den Wert "0" zurück, und der Kondensator 87 entlädt sich wieder.

Zur Erzielung eines stabilen Schaltverhaltens ist ferner der Ausgang des Triggers 88 mit einem Eingang des wiedervertragbaren Monoflops 82 verbunden. Wenn der Trigger 88 ausgelöst wird, so daß er eine Ausgangsspannung zu der nachgeschalteten Minimum-Maximum-Umschaltanordnung 74 liefert, gelangt diese Ausgangsspannung auch zum Monoflop 82, in welchem sie eine Verkürzung der eingestellten Haltezeit bewirkt. Dadurch wird verhindert, daß geringfügige Frequenzschwankungen des vom Frequenzteiler 81 abgegebenen Rechtecksignals abwechselnd zu einer Überschreitung und zu einer Unterschreitung der am Monoflop 82 eingestellten Haltezeit und somit zu einem dauernden Hin- und Herschalten des Flipflops 84 führen.

Der Schalter 69 der Spannungsabsenkungsschaltung 67 wird vorzugsweise durch das unverzögerte Ausgangssignal an einem der Ausgänge Q und  $\bar{Q}$  des D-Flipflops 84 gesteuert. Wenn infolge von Störungen im Behälter bei unbedeckten Schwingstäben innerhalb von einer oder mehreren Schwingungsperioden das unverzögerte Ausgangssignal ein Eintauchen der Schwingstäbe in das Füllgut signalisiert, wird durch sofortiges Schließen des Schalters 69 die Erregungsleistung kurzzeitig angehoben und das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert. Diese Vorgänge machen sich jedoch wegen der nachgeschalteten Verzögerungsschaltung 85 am Ausgang nicht bemerkbar.

Die Spannungsabsenkungsschaltung 67 kann natürlich auch in anderer Weise als bei dem dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispiel ausgebildet sein. Hierfür ist jede Schaltung geeignet, die in der Lage ist, die vom Leistungsverstärker 72 an den Erregungswandler 65 angelegte Wechselspannung in Abhängigkeit vom Ausgangssignal der Frequenzauswerteschaltung 73 zu verringern.

Die Anwendung der Spannungsabsenkungsschaltung 67 ist unabhängig von der speziellen Ausführungsform des mechanischen Schwingungssystems und keineswegs auf das in Fig. 1 und 2 dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, bei dem die mit dem Füllgut in Berührung kommenden Sensorglieder durch zwei parallele Schwingstäbe gebildet sind. Sie eignet sich in gleicher Weise für Schwingungssysteme mit nur einem Schwingstab oder auch für Schwingungssysteme, deren Sensorglied nicht stabförmig ist.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstands in einem Behälter, mit einem mechanischen Schwingungssystem, das wenigstens ein Sensorglied aufweist, das mit dem Füllgut im Behälter in Berührung steht, wenn der vorbestimmte Füllstand überschritten ist, einer Erregungsanordnung, die das Schwingungssystem in mechanische Schwingungen versetzt und einen von einer Wechselspannung erregbaren Erregungswandler enthält, einem Empfangswandler, der die Schwingungen des mechanischen Schwingungssystems in ein elektrisches Ausgangssignal umwandelt, wobei der Empfangswandler mit dem Eingang einer Verstärkerschaltung verbunden ist, an deren Ausgang der Erregungswandler angeschlossen ist, so daß das mechanische Schwingungssystem zu Schwingungen mit seiner Eigenresonanzfrequenz erregt wird, und mit einer Auswerteschaltung, die an den Ausgang der Verstärkerschaltung angeschlossen und so ausgebildet ist, daß ihr Ausgangssignal den einen oder den anderen von zwei Zuständen in Abhängigkeit davon annimmt, ob die Frequenz des Ausgangssignals der Verstärkerschaltung eine eingestellte Referenzfrequenz überschreitet oder unterschreitet, gekennzeichnet durch eine vom Ausgangssignal der Auswerteschaltung gesteuerte Spannungsabsenkungsschaltung, die die von der Verstärkerschaltung an den Erregungswandler angelegte Wechselspannung herabsetzt, wenn das Ausgangssignal der Auswerteschaltung den Zustand hat, der dem Überschreiten der eingestellten Referenzfrequenz entspricht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsabsenkungsschaltung eine Zenerdiode enthält, die in Reihe mit dem Erregungswandler an den Ausgang der Verstärkerschaltung angeschlossen ist, sowie einen parallel zur Zenerdiode geschalteten Schalter, der durch das Ausgangssignal der Auswerteschaltung gesteuert wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung eine Ansprechverzögerungsschaltung enthält, und daß das die Spannungsabsenkungsschaltung steuernde Ausgangssignal der Auswerteschaltung vor der Ansprechverzögerungsschaltung abgegriffen wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

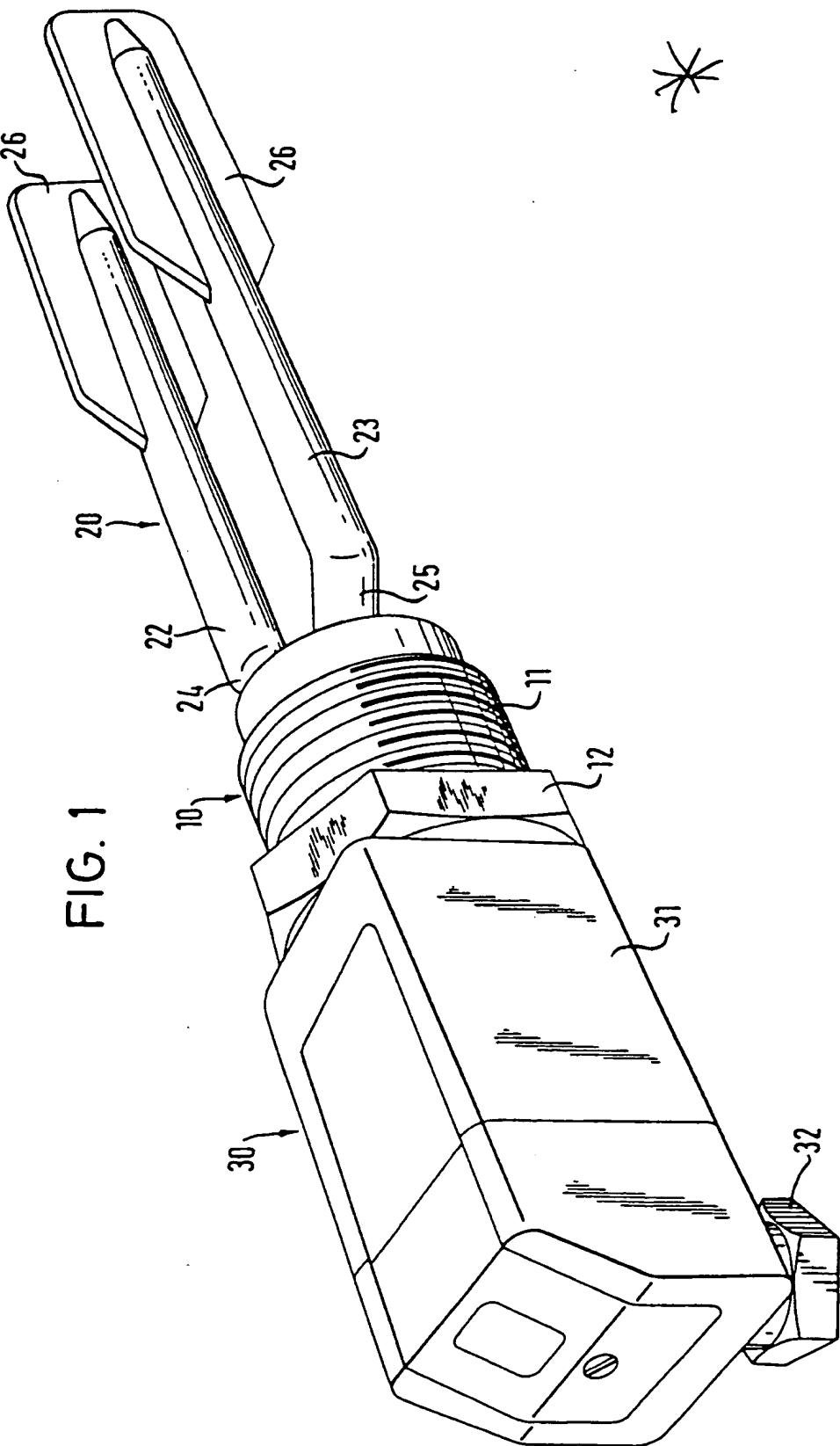


FIG. 1

FIG. 2

